

エネルギー変換学習における 発電教材の開発とその実践

～生徒の学習意欲を高めるための教材の工夫～

盛岡市立見前南中学校

柴田 典夫

共同研究者

東京都板橋区立板橋第一中学校

柳澤 環

埼玉県春日部市立春日部中学校

須永 章宏

埼玉大学

浅田 茂裕

エネルギー変換に関する技術の学習

- 資源問題、エネルギー問題、環境問題など、
顕在化する21世紀の課題
- 持続可能な社会の構築



- 児童・生徒の発達段階に即した教育課程、
教材開発の必要性



エネルギー変換に関する技術の学習

- 中学校技術・家庭科においては・・・
 - ・学習内容の現代化
 - ・電気、機械の領域を含む複合領域
 - ・これまでの研究成果の蓄積が活かしやすい
- 課題
 - ・基礎、基本となる内容が不明確
 - ・教材、授業方法、カリキュラム、評価方法
 - ・研究・実践例が少ない



本研究では

- エネルギー変換の学習カリキュラムを検討する上で、必要な装置として手回し発電機を取り上げ、それを用いた一連の発電教材の開発について検討
- 本教材は、エネルギー変換や電気に関する体験的実験だけでなく、基本的な回路素子を用いた生活で使える製品製作まで学習することが可能



本報告では

- この教材の構成、機能および特徴
- この教材を用いた中学校での実践、結果
について述べる



発電教材の構成、機能および特徴

発電教材(『非常用持ち出しセット』)の構成・機能



充電器
回路の設計から自作
(※回路構成は次ページの図2参照)



手回し発電機
直流モーターとギヤボックスを使用した市販のもの



LEDライト
キャパシタを電源とし高輝度白色LED使用



非常用電源
大容量の電解二重層コンデンサを使用

構成



機能

- 手回し発電機による携帯電話の充電が可能
- キャパシタが電源のLEDライトの点灯が可能
- 手回し発電機によるエネルギー変換および電気に関する基本的な実験が可能
- 非常用電源による実験が可能

図1 非常用持ち出しセットの概観

特徴 ◆充電器

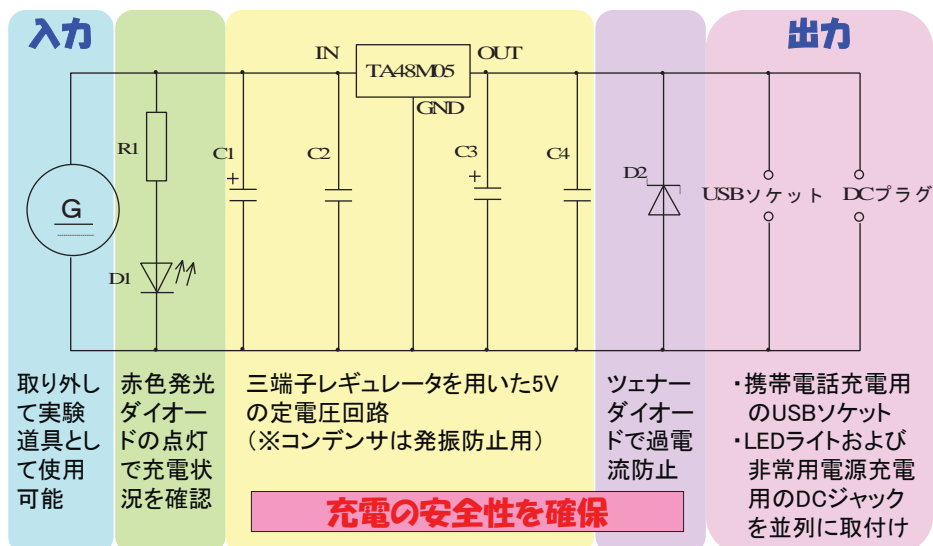


図2 充電器の回路構成と特徴

◆LEDライト



図3 LEDライトの基板

・感光基板をエッチングした自作の基板に、コンデンサなどの必要な回路素子を取り付けた

・手回し発電機のハンドルを1分間程度回転させることで、高輝度白色LEDを10分以上点灯させることが可能

◆非常用電源



図4 非常用電源使用時の様子

・大容量の電解二重層コンデンサ(2.5V 10F)を使用

・1.5Vの乾電池1本で動作する製品(たとえば小型ラジオ、モーターで動く車の模型)であれば、数分間動作させることが可能



手回し発電機

充電器

LEDライト

非常用電源

・部品代金は全体で約1,500円
・部品点数が少なく、学校での入手が容易な材料で構成

表1 発電教材の部品表

	部品名	規格等	個数
手回し発電機	発電機	模型用直流発電機	×1
	ミノムシクリップ(赤)		×1
	ミノムシクリップ(黒)		×1
	リード線		
	DCジャック		×1
	DCプラグ		×1
充電器	三端子レギュレータ		×1
	コンデンサ	470 μ F 10V	×1
		33 μ F 16V	×1
		0.1 μ F	×2
	発光ダイオード	超高輝度・赤色 ϕ 5	×1
	抵抗器	1k Ω	×1
	DCジャック		×1
	ツェナーダイオード	1N5338B	×1
	USBソケット		×1
	プリント基板	30×70	×1
LEDライト	ビス	3×16ミリ	×2
	ナット	ϕ 3	×2
	リード線		
	ケース	120×210×40	×1
	ケース	35×50×25	×1
	DCジャック		×1
	DCプラグ		×1
	プッシュスイッチ		×1
	コンデンサ	0.47F 5.5V	×1
	抵抗器	75 Ω	×1
非常用バッテリー	ダイオード	1N4148	
	ダイオード	超高輝度・白色 ϕ 5	×1
	リード線		
	プリント基板	15×30	×1
	コンデンサ	10F 2.5V	×1
	DCプラグ		×1



図5 現在の非常用持ち出しセットの概観(2017年度現在)

教材の特徴

- 1) エネルギー変換を体験できる
- 2) 発電以上のことができる
 - ・生活で実際に使える製品
 - ・学習の発展性
 - ・7時間程度でつくれる
 - ・部品点数が少なく安価
 - ・学校での材料入手、製作が容易
 - ・中学校技術・家庭科におけるエネルギー変換学習に適した教材といえる



カリキュラムの開発と実践

カリキュラムの条件と内容

- 材料加工学習の履修後(中学校2年生)を想定。
- 学習指導要領技術 B「エネルギー変換」を中心。
- 発電・電気の基礎理論、電気工作の基礎技術などを基礎・基本的な学習内容とする。
- 前後にD「情報に関する技術」の学習、機械的な学習内容、教材を加えることによって、複合的な学習とした。

カリキュラムの構成

- 35時間計画のカリキュラム
 - 1) 発電機の原理と仕組み
 - 2) 負荷の大きさと電力消費
 - 3) 回路素子の働き
 - 4) 電気製品の安全性
- 上記の活動のほか
 - ・エネルギー利用の状況に関する調べ学習
 - ・学習成果の発表
 - ・自作の発電機と『非常用電源』によるコンテストなどの活動を計画

カリキュラムの実践



- 東京都内の中学校において実践・改良した
- 本教材に対する生徒の関心・意欲は高く、製作活動などへの取り組みは非常に積極的
- これまでに『手回し発電機』を用いたエネルギー変換、電気に関する基本的な実験を実施した

表2 エネルギー変換カリキュラム案

配時	単元名
1～4	1. 電気エネルギーの利用と現状 1) 発電の種類, 方法の調査 2) 調査結果の発表
5～15	2. 発電の原理と仕組み 3) 手回し発電機の製作 4) 充電器の製作 5) LEDライトの製作
16～25	3. コンデンサカーの製作 6) 構想・設計 7) 製作
26～28	4. コンテスト 8) 発電コンテストの実施 9) 性能の向上・改良 10) 発展学習(評価, 意見交換)
29～35	5. 学習成果のまとめと発表 11) プレゼン・ソフトの利用 12) 効果的な発表の工夫 13) 持続的なエネルギー利用



発電コンテストの実施

- 大容量キャパシタを使用した模型自動車(通称『コンデンサカー』)の製作
- 短時間で製作可能
- 『非常用電源』の利用
- 機械的な学習の取り入れ
- 電気→動力への変換
- 「発電」と「効率的使用」の関係の基礎体験



図6 コンデンサカーの概観



実践とその成果

実践場面例 発電機による実験

学
習
活
動

7時間目 課題:「力を電気エネルギーに変換しよう」

・手回し発電機による実験の演示をみる

○モーターの可逆性を知る

○手回し発電機で電気エネルギーを多く使うものを調査できる事を知る

・検証実験を計画、実行する

○手回し発電機につなぐ電気製品の選択, 豆電球やモーターのつなぎ方を工夫

○手回し発電機のハンドルを逆に回す, 回す速さを変えるなどして変化を観察 など

・実験結果を表にまとめる→分析・予測する

・既習知識との関連づけ 例) 電気の流れる向き



- ◆電気エネルギーの性質、電気に関する基礎的理論の理解
- ◆手回し発電機による発電量に関する体験
- ◆日常製品が使用する電気エネルギーの大きさを体験的に知る

実践場面例 非常用持ち出しセットの製作

学
習
活
動

8～12時間目 課題:「基板に部品を固定しよう」

- ・リード線の被覆除去: 上手な剥き方
- ・はんだづけ : コンデンサ、ダイオードなどの固定
- ・動作チェック : 目視、動作テスト、回路計による検査
→改善・改良



- ◆電気エネルギーを使う製品の製作技術の習得
- ◆安全性や製品検査
- ◆生活に役立つ製品の「しくみ」の基本的理解

実践場面例 キャパシタを使用した模型自動車の製作

学
習
活
動

18～24時間目 課題:「電気エネルギーを動力に変換しよう」

- ・伝達機構 : ベルト伝導、プーリーの速度伝達比
- ・摩擦 : タイヤと地面の摩擦、シャフトと軸受けの摩擦
- ・タイヤの選択 : 4種類の中から選択
- ・軽量化 : 自動車の板の寸法、タイヤの数 など
省エネルギーへの取り組み



- ◆電気エネルギーを動力として動く製品の設計・製作と点検・調整
- ◆力の伝達機構の仕組みと特徴について理解

現状

- 『非常用持ち出しセット』の製作について
→70%近くの生徒が自力で完成させた。
(※指導が必要な点は、はんだ不良やショートなど。)
- 『コンデンサカー』の製作について
→生徒は「無駄のない動き」
「長い距離を走れる」車の
製作にも意欲をみせた。



生徒作成のディベート用PPT資料①

私は原子力発電に.....**反対!**

環境

- ▶ 放射線の厳しい管理が必要なうえ、事故が起きた場合、人々の被害が大きい。
- ▶ 人々の安全が第一。

経済

- ▶ 事故が起きると人の手で修復するのが困難なため、長い間発電ができなくなる。

社会

- ▶ 震災前までは、日本の約20%を占めていたため、発電ができなくなったときに他の発電で補うのが大変。

水力発電だと人々への被害が少なく、日本に適した発電方法なので、**水力発電を増やしましょう!**



出典「日本原子力発電株式会社」
<http://www.japnc.co.jp/index.html>

生徒作成のディベート用PPT資料②

原子力発電に賛成か反対か 私は賛成です。

- 経済**
 - ・稼働していないときの、電力料金の上昇は22,778円(1,898円/月)となる。
 - ・原子力発電という資本を活用しないことによる費用負担も考慮する必要がある。
- 環境**
 - ・温室効果ガスを、排出しない。
 - ・地球温暖化の進行を遅らせる。
 - ・稼働すると全体の電力供給が増える。
- 社会**
 - ・稼働させなければ2012年時点でベースラインと比較して7.1%電力需要は低下。
 - ・電気供給が安定する。

根拠

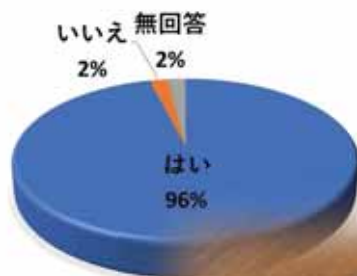
今は原子力発電稼働していないが、温室効果ガスを排出しないためこれからさきの地球に優しい発電法として改めて注目されていくと思う。

また、事故が起きたらとかいう人がいるが1953年から始まって大きな事故は2回しか起きていない。私は64年で2回というのは少ないので安全だという判断をしてもいいと思います。

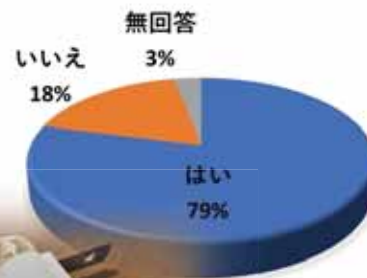
だから私は原子力発電に賛成です。

実践の成果

製品製作に対する関心

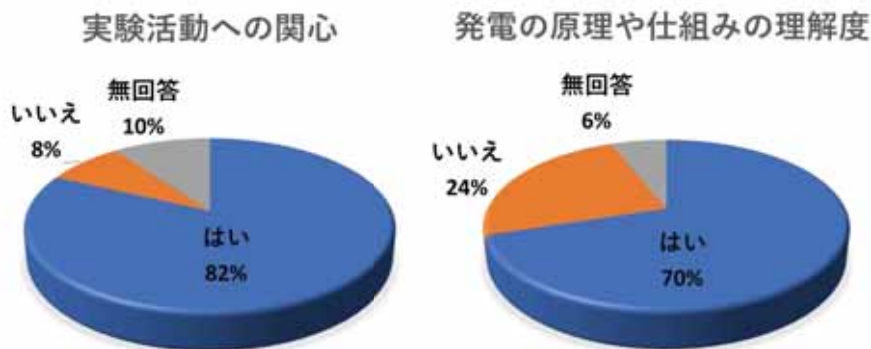


持ち帰り後の教材使用



LED搭載の常夜灯

実践の成果

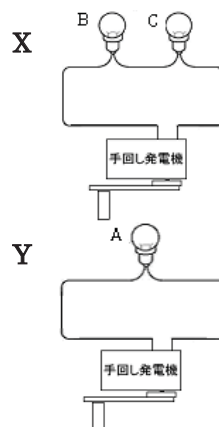


実践の成果

1. 下の図を見て、回路の働きについて正しく述べているのはどれですか。正しいと思う記号を1つ選び○でかこみなさい。豆電球はすべて同じ物を使用し、ハンドルは同じ速さで回したとします。

- ①回路X、Yの手回し発電機のハンドルを、それぞれ同じ速さで回します。このとき、豆電球A、B、Cの明るさはどうなりますか。

- ア. 豆電球Aの方がB、Cよりも明るい。
 イ. 豆電球BとCではBの方が明るい。
 ウ. どれも同じ明るさである。



実践の成果

- ①回路X、Yの手回し発電機のハンドルを、それぞれ同じ速さで回します。このとき、豆電球A、B、Cの明るさはどうなりますか。

- ア. 豆電球Aの方がB、Cよりも明るい。
 イ. 豆電球BとCではBの方が明るい。
 ウ. どれも同じ明るさである。



実践の成果

2. 次の文章を読んで、正しいと思うものには○を、間違っていると思うものには×を記入しなさい。

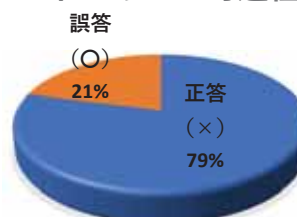
- 1) 電池1個と抵抗器1個の回路で、電池が同じなら、抵抗器の抵抗値が大きいほど流れる電流は小さい。

- 2) 電気エネルギーから光や熱はつくれるが、光や熱から電気エネルギーはつくれない。

電気抵抗の働き

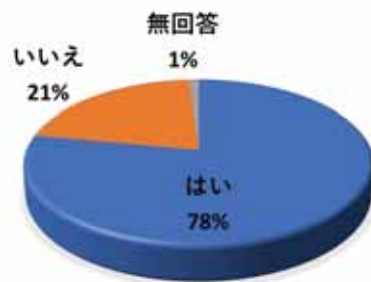


エネルギーの可逆性



実践の成果

エネルギー変換・電気
の学習への関心



エネルギー・環境問題
への関心



実践の成果

省エネルギー技術
への関心



今後の製品製作への意欲





おわりに

まとめ

- ◎エネルギーの問題と環境について、生徒の興味・関心が高まる。
- ◎省エネルギー技術についても関心が高まる様子が見られる。
- ◎電気抵抗について、多くの生徒が正しく理解している。
- ◎本教材、カリキュラムがエネルギー変換・省エネルギー技術、電気の基礎理論の学習に対する生徒の関心を高めるのに有効と考えられる。

今後の課題

- エネルギー変換技術や環境問題との関連づけを行う。
- 製品の設計活動に生かす取り組みを進める。
- 評価方法の検討。

科学的根拠に基づく放射線・防災教育指導資料



ご清聴ありがとうございました